桃小食心虫生物学的研究
——果实对幼虫蛀果、成活、生长发育及滞育的影响

张乃鑫　张领耘　舒宗泉　　黄可训
（陕西省果树研究所）　　（华北农业大学）

桃小食心虫（*Carposina niponensis* Wals）是我国苹果、梨上的重要害虫，初孵幼虫在果面爬行片刻，即蛀入果内。幼虫能否入果，除受捕食性天敌和风雨等外界条件影响之外，与果实表皮组织有关系，蛀入果内幼虫的成活数量和生长情况亦受果肉组织及果实内含物的直接影响。因此，研究食料条件与桃小食心虫发生数量的关系，对提高该虫现有测报方法，探索防治指标，进行合理的化学防治都有一定现实意义。

1962—1963 年，我们曾进行了不同树种（苹果、梨）和不同品种的果实影响桃小食心虫幼虫蛀果、成活、生长发育及滞育等方面的观察，现将结果整理报道于后，以供进一步研究该虫种群数量变动规律、改进测报方法和制定防治指标的参考。

一、材料及方法

本试验 1962—1963 年在辽宁兴城进行，所用材料是头年秋季在室外保存的"冬茧"经饲养获得越冬代成虫和第一代成虫，使之产卵于滤纸上，作为接卵的材料。

观察方法主要采用田间接卵结合室内饲养。田间固定苹果品种"金冠"、"红玉"、"国光"和鸭梨各 3—4 株，全年不喷杀虫药剂。自苹果 6 月生理落果后，每隔 5 或 10 日，每种果实各选果形完整的无虫果 40 个，检查并剔净果实上的卵，再于萼洼部位糊以圆形电光纸片，以阻止田间成虫再产卵，然后将产在滤纸上的卵剪下，挑选即将孵化者（以卵出现黑头者为准）接在靠近萼洼部，每果接卵 5 粒。

在每次接卵后 15 天，分批将接卵果采回室内，检查果上的蛀孔数，然后将虫果分放在口径 20 厘米、高 22 厘米的圆柱形养虫缸内，每日分上下午两次检查脱果幼虫数，记载脱果日期及数量。并于停止脱果数日后，将虫果剖开检查果内残存活虫数，以计算幼虫成活率。

从脱果幼虫中随机取虫若干头称量体重。每日将脱果幼虫放在盛有含 10—15% 水分的净土的玻璃缸内，使其结茧，定期检查"夏茧"及"冬茧"数，将"夏茧"中同日羽化的成虫放在玻璃缸内，经 48 小时后镜检腹卵数。

为了检验接卵观察的方法，另在虫情较重的苹果园中，固定苹果品种"金冠"、"红玉"和"国光"各若干株，于第一代幼虫蛀果末期各选已有蛀孔的果实 200 个，套以硫酸纸口袋，经 20 天后将果实采回室内（此时已有少量脱果孔出现，大部幼虫已接近老熟），从中选含有 1—5 个蛀孔的被害果为观察材料，以红蜡笔标以果号，并按号记录蛀孔数。过半月后，大部果内幼虫脱出，再检查脱果孔数及果内残存活虫数，以计算田间幼虫成活率。

第二代幼虫的观察方法，是在第二代卵尚未发生之前，以红油漆标志无虫果各 200 个，任其产卵、蛀果，至苹果将近采摘期，将有红油漆标志的被害果采回室内检查，检查方法同上，求出第二代田间幼虫成活率。

二、试验结果

幼虫蛀果率　桃小食心虫两代雌蛾绝大部分都将卵产在果实的萼洼处，少数产在梗洼，产在果梗上极少。幼虫孵化后爬至果面蛀入，极个别的幼虫直接由萼洼和梗洼处蛀入，蛀孔成一针头大小的黑点，一个蛀孔只蛀入一头幼虫。因此，果面上蛀孔多少可以表明蛀入果内的虫数。以所接卵数百分之百孵化计算，求出幼虫蛀果率，结果见表 1、2 和图 1。

表 1　不同果实上两代幼虫蛀果率(1962—1963 年)

代别	幼虫蛀果率 (%)			
	金冠	红玉	国光	鸭梨
第一代	65.6	56.2	64.5	29.0
第二代	63.7	67.2	77.2	52.7

表 2　各种果实不同生长期幼虫蛀果率(1962—1963 年)

幼虫蛀果时期	幼虫蛀果率 (%)			
	金冠	红玉	国光	鸭梨
六月下旬	62.5	61.5	73.5	12.5
七月上旬	77.9	55.8	57.1	19.3
中旬	62.5	51.7	63.0	28.1
下旬	66.5	59.9	73.2	48.8
八月上旬	62.8	69.5	73.0	52.2
中旬	63.1	63.2	84.3	54.5
平均	65.9	60.3	70.7	36.9

从表 1 结果可见，桃小食心虫初孵幼虫对不同果实的蛀果率有所不同，其中以鸭梨最低。两代幼虫蛀果率的差异，以鸭梨最为显著，第二代幼虫蛀果率较第一代增高 1.7 倍以上。

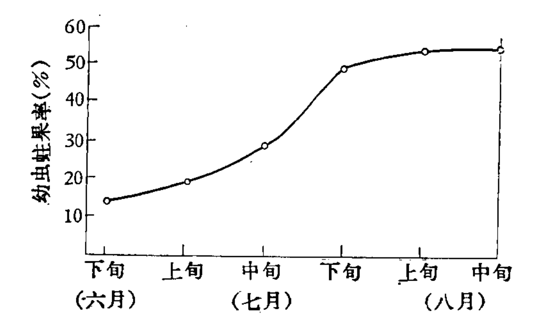


图 1　鸭梨不同生长期幼虫蛀果率增长情况(1962—1963 年)

表 2 和图 1 所示结果表明，初孵幼虫在鸭梨上的蛀果率，随果实增长而提高，在田间发生为害情况也是如此，即鸭梨前期受害轻微，后期受害严重。在苹果的不同品种中于不同时期幼虫蛀果率虽有差异，但看不出同样的规律性，这可能是由于初孵化幼虫蛀果当时，受气候条件或捕食性天敌影响的缘故。

幼虫成活率　桃小食心虫初孵幼虫蛀果后，有些是沿着靠近果皮的果肉串食，有些是

直接向果心为害。幼虫老熟后，将果皮咬成一个圆形的脱果孔，一般在咬穿脱孔后一天内即脱出果外，直接落地。本试验接卵观察的活虫即以老熟后脱果的幼虫和果内残存的幼虫来计算，幼虫成活率是以蛀孔数与脱果幼虫数和果内残存幼虫数的和之比求得（田间调查的幼虫成活率是以蛀孔数与脱果孔数和果内残存的幼虫数的和之比求得），结果见表 3。

表 3 接卵观察和田间调查幼虫成活率比较(1963 年)

方法	代别	幼虫成活率 (%)			
		金冠	红玉	国光	鸭梨
接卵观察	第一代	61.0	73.9	29.3	76.5
	第二代	87.2	86.5	71.4	88.3
田间调查	第一代	60.6	66.2	22.8	—
	第二代	75.2	74.0	73.4	—

表 4 不同生长期的果实对幼虫成活率的影响(1963 年)

代别	幼虫蛀果日期	幼虫成活率 (%)			
		金冠	红玉	国光	鸭梨
第一代	VI. 20	31.2	56.9	25.8	92.0
	VII. 1	65.7	87.7	19.3	60.7
	15	73.8	60.0	25.7	80.9
	22	59.5	70.1	30.7	80.0
	27	55.5	77.4	31.3	66.6
	VIII. 1	62.5	86.7	42.8	86.5
第二代	VIII.10	88.6	94.1	65.5	87.7
	20	85.5	78.9	77.4	89.0

由表 3 所示，幼虫成活率因食害不同果实而有差别，其中以“国光”的成活率最低，一般以第二代幼虫成活率高于第一代。

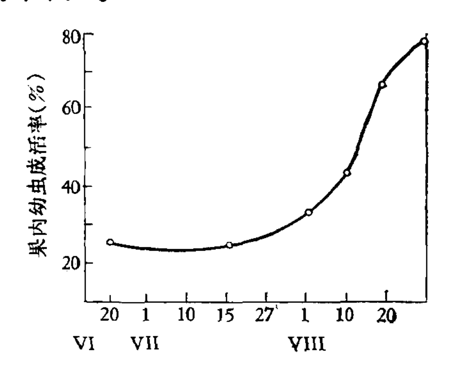
在果实的不同生长期蛀果的幼虫成活率也有差异，其中以“国光”最为明显，其幼虫成活率随果实增长而提高(表 4，图 2)。

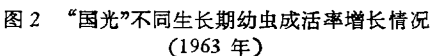
表 5 果内幼虫在田间发育期间所经历的平均温度和光照时数

日/月	气温 (℃)		光照时数* (时:分)	日/月	气温 (℃)		光照时数 (时:分)
	1962 年	1963 年			1962 年	1963 年	
21—25/VI	20.5	22.2	14:58	1—5/VIII	24.6	25.8	14:13
26—30	24.4	22.7	57	6—10	25.2	25.5	03
1—5/VII	23.1	23.8	55	11—15	24.5	25.1	13:52
6—10	23.0	24.3	52	16—20	21.2	23.0	41
11—15	23.5	24.8	46	21—25	24.2	24.5	29
16—20	23.6	24.4	40	26—31	25.9	24.5	17
21—25	23.6	25.0	33	1—5/IX	21.2	21.5	03
26—31	24.8	25.1	25	6—10	19.6	20.7	

* 北纬 40° 每候第一天的光照时数。

幼虫发育速度　在兴城地区，一般年份，桃小食心虫第一代幼虫蛀果期由 7 月初至 8 月底，有极少数在 6 月下旬发生。此代老熟幼虫自 7 月中旬开始脱果，盛期在 7 月底至 8 月上旬。第二代幼虫通常自 8 月上旬开始发生，盛期在 8 月中、下旬。幼虫脱果盛期在 9 月中、下旬。




图 2　"国光"不同生长期幼虫成活率增长情况（1963 年）

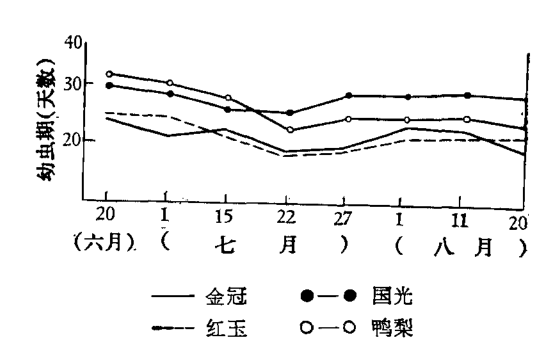


图 3　不同果实的不同生长期果内平均幼虫期（1963 年）

本试验进行期间，田间平均温度，1963 年稍高于 1962 年。第一代幼虫发育期间温度由低逐渐升高，第二代幼虫发育期间，温度由高逐渐下降（见表 5）。但果内幼虫发育速度（幼虫期）除受温度的影响外，由于取食不同果实而有很大的不同（见表 6 和图 3）。在同一时期，相同温度条件下取食"金冠"和"红玉"的幼虫期最短，两者极为接近，如第一代 1962、1963 年平均幼虫期，"金冠"分别为 22.6、23.9 天，"红玉"为 22.5、23.4 天，第二代平均幼虫期分别为 21.3、24.5 天和 22.6、26.2 天。取食"国光"和鸭梨的第一代幼虫期最长，"国光"为 27.8、28.3 天，鸭梨为 27.3、31.1 天；较取食前两种果实的长 3.5—7.2 天。但取

表 6　不同品种果实对果内幼虫发育速度（虫期）的影响

幼虫蛀果日期（日/月）	金冠				红玉				国光				鸭梨			
	1962		1963		1962		1963		1962		1963		1962		1963	
	虫期*始末	平均虫期	虫期始末	平均虫期	虫期始末	平均虫期	虫期始末	平均虫期	虫期始末	平均虫期	虫期始末	平均虫期	虫期始末	平均虫期	虫期始末	平均虫期
第一代																
20/VI	—	—	17—32	24.0	—	—	19—39	25.8	—	—	22—36	29.8	—	—	27—39	31.4
1/VII	16—40	24.4	15—34	22.5	18—41	25.8	15—45	25.5	18—46	29.6	19—46	28.8	28—46	33.5	24—41	30.2
15/VII	15—41	24.3	15—33	23.5	15—43	23.4	15—40	22.1	16—45	24.2	17—42	26.0	21—42	28.4	19—36	27.1
27/VII	14—37	23.4	13—40	20.2	15—35	21.5	14—32	20.4	15—48	27.2	17—47	28.2	22—45	33.1	15—40	25.8
1/VIII	14—45	23.6	14—44	24.2	15—45	22.7	14—48	22.0	18—63	32.0	16—53	28.1	19—37	29.3	16—44	25.8
平均*		23.9		22.6		23.4		22.5		28.3		27.8		31.1		27.3
第二代																
10/VIII	16—35	24.3	16—47	23.4	17—47	28.6	16—38	22.5	19—59	31.1	19—51	29.4	19—28	22.6	17—46	25.2
20/VIII	16—52	24.6	15—39	19.1	15—31	23.7	17—53	22.6	18—49	27.1	18—57	28.9	16—40	23.0	16—40	19.8
平均		24.5		21.3		26.2		22.6		29.1		29.2		22.8		22.5

* 初孵幼虫蛀果至老熟幼虫脱果最初日数和最末日数。第一代平均虫期未计算 6 月 20 日蛀果的幼虫。

食鸭梨的第二代幼虫期显著缩短,平均为22.5、22.8天。在"国光"上发育的第二代幼虫期仍最长,平均为29.1、29.2天。可见不同果实对幼虫的发育速度是有显著影响的。

滞育率 桃小食心虫第一代幼虫脱果后,有一部分入土作"冬茧"进入滞育,一年只发生一代,其余的幼虫在土面作"夏茧"仍继续发育,发生第二代。桃小食心虫在中位温度下,滞育的发生及其百分率的高低决定于每日光照时数的长短。Dickson (1949) 指出,梨小食心虫幼虫感受光照反应的时期,主要是在取食的前半期。李秉钧等(1963)报道,在辽南地区,桃小食心虫于中位温度下,滞育临界期约位于14:50—14:13,并曾以幼虫期前15天的日照条件对滞育有决定作用为依据,推算北纬40°地区的田间滞育率,认为基本上能代表实际情况。本试验进行期间第一代幼虫发生期前15天的候平均气温为22.2—25.8℃,光照时数由14:58减少到13:41。

表7 桃小食心虫第一代幼虫取食不同果实进入滞育的百分率 (1963年)

幼虫蛀果日期 (日/月)	金冠			红玉			国光			鸭梨		
	脱果虫数	滞育虫数	滞育率 (%)	脱果虫数	滞育虫数	滞育率 (%)	脱果虫数	滞育虫数	滞育率 (%)	脱果虫数	滞育虫数	滞育率 (%)
20/VI	39	0	0	70	0	0	38	1	2.6	23	0	0
1/VII	75	2	2.7	72	0	0	27	2	3.8	17	0	0
15	99	4	4.2	60	3	5.0	36	3	8.3	17	0	0
22	63	9	16.9	92	12	13.3	40	7	13.3	28	4	14.8
27	65	20	31.3	106	34	33.0	45	18	40.9	52	16	30.8
1/VIII	75	52	72.2	106	75	71.0	65	50	82.0	109	81	75.7
平均			22.5			20.5			25.1			20.2

表8 取食不同果实对第一代幼虫体重及雌蛾腹卵数的影响 (1963年)

幼虫蛀果日期 (日/月)	金冠				红玉			
	测定幼虫数	平均幼虫体重 (毫克)	检查蛾数	腹卵数 (平均 卵/蛾)	测定幼虫数	平均幼虫体重 (毫克)	检查蛾数	腹卵数 (平均 卵/蛾)
20/VI	18	29.42	18	209.1	20	28.20	24	193.0
1/VII	28	28.98	24	190.2	40	29.23	22	185.1
10	65	31.38	49	167.3	76	26.31	30	178.8
15	67	29.04	27	192.4	42	27.31	22	182.3
22	22	28.68	19	190.6	49	28.76	30	180.0
平均		29.79		184.9		27.69		183.4

幼虫蛀果日期 (日/月)	国光				鸭梨			
	测定幼虫数	平均幼虫体重 (毫克)	检查蛾数	腹卵数 (平均 卵/蛾)	测定幼虫数	平均幼虫体重 (毫克)	检查蛾数	腹卵数 (平均 卵/蛾)
20/VI	17	27.61	14	176.4	18	23.06	13	152.7
1/VII	25	26.83	12	198.0	13	27.63	9	177.2
10	41	26.15	25	160.0	6	24.31	3	175.7
15	44	27.48	13	198.9	13	31.28	9	184.6
22	26	28.57	13	171.5	12	30.12	9	203.4
平均		27.21		177.8		27.22		176.7

从表7可见，在同一时期取食不同品种果实发育的幼虫，其滞育幼虫的出现期和个体数量是不一致的。以在"国光"内发育的第一代滞育幼虫出现期较其他品种果实内的为早，6月20日蛀果的幼虫中即有滞育个体出现（幼虫期前15天的光照期为14:58—14:55，候平均温度22.2—23.8℃），而"金冠"和"红玉"上发育的幼虫，则在7月1日和7月15日蛀果的幼虫中开始出现滞育的个体，取食鸭梨的更迟一些。由以上结果看，引起第一代幼虫滞育，除了光照和温度等主导因子外，取食不同品种果实对其滞育幼虫出现的迟早和数量多少也有一定的影响。

幼虫体重及雌蛾腹卵数 许多研究报道指出，不同饲料植物不仅直接影响害虫个体的生长和发育状况，而且对幼虫体重及雌蛾腹卵数均有显著的影响。

从表8结果可以看出，在不同品种果实内发育的幼虫平均体重有所不同，以取食"金冠"者最重，"国光"最轻，但对雌蛾腹卵数看不出明显的影响。

三、结果及讨论

桃小食心虫的寄主比较复杂，为害仁果类的苹果、梨、山楂等；核果类的桃、李、杏等；枣柿类的枣、酸枣等。调查证明，此虫在不同树种和品种之间的果实着卵数和受害程度各有差异。

本试验表明，桃小食心虫对苹果、梨果的蛀果率和成活率有显著不同。如第一代幼虫在鸭梨上的蛀果率是随果实增长而逐渐提高，6月下旬为12.5%，7月上旬为19.3%，中旬正值桃小食心虫第一代为害盛期，其蛀果率也只有28%，第一代平均蛀果率不超过30%。而苹果品种"金冠"和"红玉"的第一代平均蛀果率高达60%左右，即超过鸭梨一倍以上。取食"国光"的幼虫成活率是随果实增长而提高，第一代幼虫成活率为29.3%，较"金冠"和"红玉"上的第一代幼虫成活率（61.0%和73.9%）约低30—40%，同时在"国光"上发育的幼虫期最长，其幼虫滞育率也较其他品种的为高。

从上述结果可知，桃小食心虫于不同寄主果园中的发生为害情况是各不相同的，因此，防治对策亦不能千篇一律，尤其是当前果实被害率较低情况下，改进现有的防治措施，达到既经济又有效的防治目的，是值得研究的问题。如鸭梨由于早期梨皮石细胞密集，果皮坚硬，不利于桃小食心虫初孵化幼虫的蛀果，从这一生态条件设想，在桃小食心虫发生轻微的梨园中，对第一代幼虫的防治时期可适当向后推延，或者根据生产上对好果率的要求，推迟防治时期或减免对第一代幼虫的防治次数，完全有可能达到减少喷药次数，合理使用农药，降低防治成本的目的。

又如蛀食"国光"的幼虫成活率显著较其他几种供试果实"金冠"、"红玉"和鸭梨为低，尤其对第一代幼虫成活率更为明显，蛀果幼虫仅有30%成活；滞育率高，约有三分之一数量作"冬茧"进入滞育；幼虫期延长。这些因子都直接影响到第二代虫口发生数量。"国光"是当前苹果生产上的主栽品种，产量很大。因此，正确利用这些生态因子，探索数量变动规律，为制定全年防治对策和研究化学防治指标有一定实践意义。但必须指出，桃小食心虫种群数量的变动，还受其他环境因子的影响，因而进一步准确掌握防治时期，减少喷药次数，或制定化学防治指标，还需要进行很多研究工作。

参 考 资 料

李秉钧等 1963 光照及温度对桃小食心虫滞育影响初步研究。昆虫学报 **12**(4): 323—31。
黄可训、吴维钧 1961 桃小食心虫的研究与防治。中国植物保护科学,科学出版社 P.848—74。
Dickson, R, C. 1949 Factors governing the induction of diapause in the Oriental fruit moth. *Ann. Entom. Soc. Amer.* **42**(4): 511—37。

STUDIES ON THE BIOLOGY OF THE APPLE FRUIT MOTH ——INFLUENCES OF THE FRUITS ON THE ESTABLISHMENT, GROWTH AND DIAPAUSE OF THE LARVAE

Chang Nan-xin Chang Ling-yun
Shi Zhong-quan
(*Shensi Institute of Pomology*)
Hwang Ko-hsuin
(*North China Agricultural University*)

The present paper deals with influences of fruits on the establisment, growth and diapause of the larvae of apple fruit moth *Carposina niponensis* Wals. which is one of the worst pests of pome and stone fruits in China. In Liaoning Province this insect had two generations a year, with a partial occurrence of diapausing larvae of the first generation. The eggs were usually deposited near the calyces of the pome fruits and the successful cases of the boring action were influenced by the growth stages and specific and varietal differences of the fruits. Pears were more resistant in the early growth stages and became more susceptible as they grew. The larvae of the second generation could bore into the fruits better and their survival rates were higher than those of the first generation. The rates of larval growth were influenced by temperature as well as the specific and varietal differences of the fruits. In the "Kuo-kung" variety of apple their survival rates were the lowest and the occurrence of diapausing larvae the earliest. These findings can be of great value in designing chemical control against this pest in different fruit orchards.